(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2011-21595
(P2011-21595A)
(43)公開日　平成23年2月3日(2011.2.3)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F02M 25/07	(2006.01)	F02M 25/07	550E	3G062

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 21 頁）

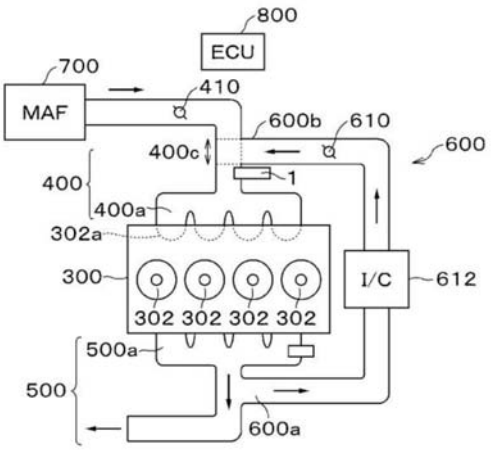
(21)出願番号　特願2010-113566 (P2010-113566)
(22)出願日　平成22年5月17日 (2010.5.17)
(31)優先権主張番号　特願2009-142033 (P2009-142033)
(32)優先日　平成21年6月15日 (2009.6.15)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000004547
日本特殊陶業株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
(74)代理人　100109298
弁理士　青木　昇
(72)発明者　吉川　孝哉
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
日本特殊陶業株式会社内
(72)発明者　田島　朋裕
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
日本特殊陶業株式会社内
(72)発明者　都築　正雄
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
日本特殊陶業株式会社内

Ｆターム(参考)　3G062 AA01　AA03　ED08　GA01　GA24

(54)【発明の名称】内燃機関の吸気システム

(57)【要約】
【課題】吸気通路とＥＧＲ通路との合流部の下流側で新気と排気ガスとを充分に混合させ、この部分に取り付けたガスセンサにより混合気中の特定ガス濃度を精度よく検知し、内燃機関の性能を向上させた内燃機関の吸気システムを提供する。
【解決手段】内燃機関３００の吸気ポート３０２ａに接続される吸気通路４００と、吸気通路に合流するＥＧＲ通路６００と、吸気通路４００に取り付けられた特定ガスの濃度を検出するガスセンサ１と、ガスセンサ１の出力信号に基づいて内燃機関を制御する制御手段８００と、を備えた内燃機関の吸気システムであって、ＥＧＲ通路との合流部４００ｃより下流側の吸気通路に、該合流部よりも内径の大きい拡径部４２０を形成し、ガスセンサ１は、拡径部より下流側の吸気通路に取り付けられている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
内燃機関の吸気ポートに接続される吸気通路と、前記吸気通路に合流するＥＧＲ通路と、前記吸気通路に取り付けられた特定ガスの濃度を検出するガスセンサと、前記ガスセンサの出力信号に基づいて前記内燃機関を制御する制御手段と、を備えた内燃機関の吸気システムであって、
前記吸気通路のうち、前記ＥＧＲ通路との合流部より下流側には、該合流部よりも内径の大きい拡径部を形成し、
前記ガスセンサは、前記拡径部より下流側の前記吸気通路に取り付けられた内燃機関の吸気システム。
【請求項２】
前記拡径部の上流端と、前記合流部の上流端と下流端との中間位置との距離は、５１０ｍｍ以下であることを特徴とする請求項１記載の内燃機関の吸気システム。
【請求項３】
前記拡径部の開口面積をＳ１、前記合流部の開口面積Ｓ２、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ１としたときに、Ｓ１／Ｓ２が２倍未満の場合にはＬ１≧－４３９（Ｓ１／Ｓ２）^{2}＋８７１（Ｓ１／Ｓ２）＋１５１、Ｓ１／Ｓ２が２倍以上の場合にはＬ１≧１００ｍｍ以上であることを特徴する請求項２記載の内燃機関の吸気システム。
【請求項４】
前記拡径部の開口面積をＳ１、前記合流部の開口面積Ｓ２、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ１としたときに、Ｓ１／Ｓ２が３倍未満の場合にはＬ１≧－８６（Ｓ１／Ｓ２）^{2}＋１１５（Ｓ１／Ｓ２）＋５２５、Ｓ１／Ｓ２が３倍以上の場合にはＬ１≧１００ｍｍ以上であることを特徴する請求項２又は３記載の内燃機関の吸気システム。
【請求項５】
前記合流部より下流側の前記吸気通路に、該合流部より屈曲する屈曲部を形成し、
前記ガスセンサは、前記屈曲部より下流側の前記吸気通路内に配置されている請求項１～４のいずれかに記載の内燃機関の吸気システム。
【請求項６】
内燃機関の吸気ポートに接続される吸気通路と、前記吸気通路に合流するＥＧＲ通路と、前記吸気通路に取り付けられた特定ガスの濃度を検出するガスセンサと、前記ガスセンサの出力信号に基づいて前記内燃機関を制御する制御手段と、を備えた内燃機関の吸気システムであって、
前記ＥＧＲ通路との合流部より下流側の前記吸気通路に、該合流部よりも内径が縮径せずに屈曲する屈曲部を形成し、
前記ガスセンサは、前記屈曲部より下流側の前記吸気通路に取り付けられた内燃機関の吸気システム。
【請求項７】
前記屈曲部の上流端と、前記合流部の上流端と下流端との中間位置との距離は、５１０ｍｍ以下であることを特徴とする請求項６記載の内燃機関の吸気システム。
【請求項８】
前記屈曲部の屈曲角度をＲ１、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ２としたときに、Ｒ１が９０度未満の場合にはＬ２≧－０．０７５（Ｒ１）^{2}＋１．８Ｒ１＋５４５、Ｒ１が９０度以上の場合にはＬ２≧１００ｍｍ以上であることを特徴する請求項７記載の内燃機関の吸気システム。
【請求項９】
前記屈曲部の屈曲角度をＲ１、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ２としたときに、Ｒ１が９０度未満の場合にはＬ２≧－０．０２７（Ｒ１）^{2}－１．４Ｒ１＋５６０、Ｒ１が９０度以上の場合にはＬ２≧２００ｍｍ以上であるこ

とを特徴する請求項７又は８記載の内燃機関の吸気システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ディーゼルエンジンやガソリンエンジン等の内燃機関の吸気システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
ディーゼルエンジンやガソリンエンジン等の内燃機関の排気の一部を吸気に戻し、エンジンに流入する空気の量を低下させて燃焼温度を低くし、排気ガス中のＮＯｘ濃度の低減や燃費向上を図るＥＧＲ（排気ガス再循環：Exhaust Gas Recirculation）装置が知られている。又、内燃機関に排気ガスを利用したターボチャージャを設け、ターボチャージャのタービンより下流側の排気通路から排気の一部を吸気に戻す低圧ＥＧＲ通路と、タービンより上流の排気通路から排気の一部を吸気に戻す高圧ＥＧＲ通路とを備えたものが知られている。
【０００３】
一方、ＥＧＲ装置においては、吸気通路や排気通路に各種センサを配置して新気とＥＧＲガス（以下、排気ガスとも言う）との混合ガスの混合状態をモニタし、混合ガス中の排気ガスの流量を調整する必要がある。このようなことから、ターボチャージャを有するエンジンにおいて、低圧ＥＧＲ通路と吸気通路との接続（合流）部位より下流に酸素センサを配置し、吸気通路中に流れる混合ガスのCO_2濃度に応じて高圧ＥＧＲ通路と低圧ＥＧＲ通路の流量を制御する技術が開示されている（特許文献１）。この技術によれば、上記合流部より下流で、新気と低圧ＥＧＲガスが充分に混ざり合って一定の圧力となったガス中のCO_2濃度を正確に測定できるとされている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開2008-261300号公報（段落0014）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、本発明者らが検討したところ、単にまっすぐな吸気管の途中にＥＧＲ管を合流させただけでは、合流部より下流側で新気と排気ガスが充分に混合されないことが判明した。
図１０は、内径５２ｍｍのまっすぐな円管状の吸気通路４００の途中に、吸気通路４００と直角に同径のまっすぐな円管状のＥＧＲ通路６００を直角に接続して合流部４００ｃを設けたときの、吸気通路４００を通る吸気（新気）と、ＥＧＲ通路６００から合流部４００ｃを介して吸気通路４００に混合される排気との混合状態をシミュレーションした結果である。具体的には、吸気通路４００の上流側から流速１０ｍ／ｓで常温の新気（酸素を約２０％含有した空気）を流すと共に、ＥＧＲ通路６００の上流側から合流部４００ｃへ向かって流速１０ｍ／ｓで常温の排気ガス（空気から完全に酸素が燃焼したものとして酸素濃度０％の雰囲気）を流し、各種の流体力学的計算を行うことで、各位置における新気と排気ガスとの混合状態をシミュレートする。そして、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００の所定の位置における混合ガスの酸素濃度から、新気と排気ガスとの混合割合を特定している。
なお、図１０において、領域Ｆは新気８０～１００質量％を示し、領域Ｅｘは排気８０～１００質量％を示し、領域Ｍｉｘは新気４０～６０質量％を示す。又、領域Ｆと領域Ｍｉｘの間のＦ－Ｍ領域は新気６０～８０質量％を示し、領域Ｅｘと領域Ｍｉｘの間のＥｘ－Ｍ領域は排気６０～８０質量％を示す。領域Ｍｉｘは、新気と排気がほぼ均等に混ざった領域である。一方、領域Ｆ及び領域Ｅｘは、新気と排気がほとんど混ざらない領域であ

る。
【０００６】
図１０から明らかなように、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００の壁面に近い部分では、領域Ｆ又は領域Ｅｘがかなり下流まで存在し、これらの部分にガスセンサ１ｘを配置した場合、新気と排気がほとんど混ざらないガスを測定してしまうことがわかる。
そこで、本発明は、吸気通路とＥＧＲ通路との合流部の下流側で新気と排気ガスとを充分に混合させ、この部分に配置されたガスセンサにより混合気中の特定ガス濃度を精度よく検知し、内燃機関の性能を向上させることができる内燃機関の吸気システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記課題を解決するため、本発明の内燃機関の吸気システムは、内燃機関の吸気ポートに接続される吸気通路と、前記吸気通路に合流するＥＧＲ通路と、前記吸気経路に取り付けられた特定ガスの濃度を検出するガスセンサと、前記ガスセンサの出力信号に基づいて前記内燃機関を制御する制御手段と、を備えた内燃機関の吸気システムであって、前記ＥＧＲ通路との合流部より下流側の前記吸気通路に、該合流部よりも内径の大きい拡径部を形成し、前記ガスセンサは、前記拡径部より下流側の前記吸気通路に取り付けられている。
このようにすると、拡径部より下流側では、吸気通路を流れる吸気（新気）とＥＧＲ通路を通って合流部から吸気通路に流れる排気ガスとが充分に混合されるので、この位置にガスセンサを取り付けると、混合気中の特定ガス濃度を精度よく検知し、内燃機関の性能を向上させることができる。
なお、拡径部よりも下流側の吸気通路にガスセンサを取り付ければよく、拡径部にとりつけても良いし、拡径部よりも下流側で、且つ拡径部よりも内径が径小に形成された部位に取り付けられていてもよい。
【０００８】
また、請求項１の内燃機関の吸気システムにおいて、前記拡径部の上流端と、前記合流部の上流端と下流端との中間位置との距離は、５１０ｍｍ以下であることが好ましい。このようにすると、新気と排気ガスとをより早く拡径部に導入することができ、合流部により近づいた位置から新規と排気ガスとを混合することができる。よって、ガスセンサを合流部により近い位置から取り付けることができる。
なお、合流部と拡径部とが離間して配置されていてもよいし、連続的に配置されていてもよい。
【０００９】
また、請求項２の内燃機関の吸気システムにおいて、前記拡径部の開口面積をＳ１、前記合流部の開口面積Ｓ２、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ１としたときに、Ｓ１／Ｓ２が２倍未満の場合にはＬ１≧－４３９（Ｓ１／Ｓ２）^{2}＋８７１（Ｓ１／Ｓ２）＋１５１、Ｓ１／Ｓ２が２倍以上の場合にはＬ１≧１００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサを取り付けることにより、排気ガスが拡径部により充分に混ざった混合気にガスセンサを晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度を精度良く検知できる。
なお、合流部の上流端と下流端との中間位置とガスセンサの取り付け位置との距離とは、吸気管の軸線方向に沿った距離のことであり、例えば、吸気管が湾曲している場合には、その湾曲にあわせて曲げられた軸線を直線状に延ばした距離のことをさす。
【００１０】
また、請求項２又は請求項３の内燃機関の吸気システムにおいて、前記拡径部の開口面積をＳ１、前記合流部の開口面積Ｓ２、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ１としたときに、Ｓ１／Ｓ２が３倍未満の場合にはＬ１≧－８６（Ｓ１／Ｓ２）^{2}＋１１５（Ｓ１／Ｓ２）＋５２５、Ｓ１／Ｓ２が３倍以上の場合にはＬ１≧２００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサを取り付けることにより

、新気が拡径部により充分に混ざった混合気にガスセンサを晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度をより精度良く検知できる。

【００１１】

請求項１乃至４のいずれか一項に記載の内燃機関の吸気システムにおいて、前記合流部より下流側の前記吸気通路に、該合流部より屈曲する屈曲部を形成し、前記ガスセンサは、前記屈曲部より下流側の前記吸気通路内に配置されていてもよい。

このようにすると、拡径部と屈曲部により、吸気（新気）と排気ガスとの混合効果がさらに向上し、これらの下流にガスセンサを配置すると、混合気中の特定ガス濃度をさらに精度よく検知し、内燃機関の性能をより一層向上させることができる。

【００１２】

又、本発明の内燃機関の吸気システムは、内燃機関の吸気ポートに接続される吸気通路と、前記吸気通路に合流するＥＧＲ通路と、前記吸気通路に取り付けられた特定ガスの濃度を検出するガスセンサと、前記ガスセンサの出力信号に基づいて前記内燃機関を制御する制御手段と、を備えた内燃機関の吸気システムであって、前記ＥＧＲ通路との合流部より下流側の前記吸気通路に、該合流部よりも内径が縮径せずに屈曲する屈曲部を形成し、前記ガスセンサは、前記屈曲部より下流側の前記吸気通路に取り付けられている。

このようにすると、屈曲部より下流側では、吸気通路を流れる吸気（新気）とＥＧＲ通路を通って合流部から吸気通路に流れる排気ガスとが充分に混合されるので、この位置にガスセンサを取り付けると、混合気中の特定ガス濃度を精度よく検知し、内燃機関の性能を向上させることができる。

【００１３】

また、請求項６の内燃機関の吸気システムにおいて、前記屈曲部の上流端と、前記合流部の上流端と下流端との中間位置との距離は、５１０ｍｍ以下であることが好ましい。このようにすると、新気と排気ガスとをより早く屈曲部に導入することができ、屈曲部により近づいた位置から新規と排気ガスとを混合することができる。よって、ガスセンサを屈曲部により近い位置から取り付けることができる。

なお、合流部と屈曲部とが離間して配置されていてもよいし、連続的に配置されていてもよい。

【００１４】

また、請求項７の内燃機関の吸気システムにおいて、前記屈曲部の屈曲角度をＲ１、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ２としたときに、Ｒ１が９０度未満の場合にはＬ１≧－０．０７５（Ｒ１）^{2}＋１．８Ｒ１＋５４５、Ｒ１が９０度以上の場合にはＬ１≧１００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサを取り付けることにより、排気ガスが屈曲部により充分に混ざった混合気にガスセンサを晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度を精度良く検知できる。

なお、合流部の上流端と下流端との中間位置とガスセンサの取り付け位置との距離とは、吸気管の軸線方向に沿った距離のことであり、例えば、吸気管が屈曲している場合には、その屈曲にあわせて曲げられた軸線を直線状に延ばした距離のことをさす。

【００１５】

また、請求項７又は請求項８の内燃機関の吸気システムにおいて、前記屈曲部の屈曲角度をＲ１、前記合流部の前記中間位置と前記ガスセンサの取り付け位置との距離Ｌ２としたときに、Ｒ１が９０度未満の場合にはＬ１≧－０．０２７（Ｒ１）２－１．４Ｒ１＋５６０、Ｒ１が９０度以上の場合にはＬ１≧２００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサを取り付けることにより、新気が拡径部により充分に混ざった混合気にガスセンサを晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度をより精度良く検知できる。

【発明の効果】

【００１６】

この発明によれば、吸気通路とＥＧＲ通路との合流部の下流側で新気と排気ガスとを充分に混合させ、この部分に配置されたガスセンサにより混合気中の特定ガス濃度を精度よく検知し、内燃機関の性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】
【００１７】
【図１】本発明の実施形態に係る内燃機関の吸気システムを備えた内燃機関と、その吸気及び排気系統の概略構成を示す図である。
【図２】ＥＧＲ通路との合流部より下流側の吸気通路に拡径部を形成したときの、混合気の混合状態を示す図である。
【図３】ＥＧＲ通路との合流部より下流側の吸気通路に屈曲部を形成したときの、混合気の混合状態を示す図である。
【図４】拡径部の下流側を縮径したときの、混合気の混合状態を示す図である。
【図５】ＥＧＲ通路との合流部に対する拡径部の断面積を変化させたときの、それぞれ新気と排気の混合距離を示す図である。
【図６】図５における新気と排気の混合距離の平均値を示す図である。
【図７】ガスセンサ（酸素センサ）の長手方向に沿う断面図である。
【図８】センサ素子部の構成を示す展開図である。
【図９】ＥＧＲ通路との合流部に対する屈曲部の屈曲角度を変化させたときの、それぞれ新気と排気の混合距離を示す図である。
【図１０】ＥＧＲ通路との合流部より下流側で吸気通路の内径が変わらないときの、混合気の混合状態を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１８】
以下、本発明の実施形態について説明する。
図１は、本発明の実施形態に係る内燃機関の吸気システムを備えた内燃機関の概略構成を示す図である。内燃機関３００は、４つのシリンダ３０２を有する水冷式の４ストロークサイクル・ディーゼルエンジンである。内燃機関３００には、吸気通路４００及び排気通路５００が接続され、吸気通路４００は内燃機関３００の吸気ポート３０２ａに接続されている。より詳しくは、吸気通路４００の上流には、吸気される新気（以下、排気を含まない新鮮な空気を「新気」という）の空気量を検出するためのマスエアフロー（ＭＡＦ）センサ７００が接続されている。一方、吸気通路４００の末端は吸気マニホールド４００ａを形成し、吸気マニホールド４００ａは各シリンダ３０２の吸気ポート３０２ａにそれぞれ接続されるように分岐している。
同様に、排気通路５００の上流側は排気マニホールド５００ａを形成し、排気マニホールド５００ａは各シリンダ３０２の排気ポート（図示せず）にそれぞれ接続されるように分岐している。又、排気通路５００の下流には図示しない排気浄化装置や消音装置等が接続されている。
【００１９】
ＥＧＲ通路６００は、一端６００ａが排気マニホールド５００ａより下流側の排気通路５００に合流し、他端６００ｂが吸気マニホールド４００ａより上流側の吸気通路４００に合流している。そして、ＥＧＲ通路６００を介して、排気通路５００内を流通する排気の一部が吸気通路４００へ還流（再循環）されるようになっている。又、ＥＧＲ通路６００の途中には、外気と排気との熱交換を行って排気を冷却するインタークーラ（Ｉ/Ｃ）６１２が配置され、インタークーラ６１２よりも下流（他端６００ｂ）側のＥＧＲ通路６００内には、該ＥＧＲ通路６００内を流通する排気の流量を調整するスロットル弁６１０が設けられている。
【００２０】
一方、吸気通路４００の途中にＥＧＲ通路６００の他端６００ｂが合流し、吸気通路４００の合流部４００ｃを形成している。合流部４００ｃより上流の吸気通路４００内には、該吸気通路４００内を流通する吸気の流量を調整するスロットル弁４１０が設けられている。又、合流部４００ｃより下流の吸気通路４００内には、詳しくは後述するガスセンサ１が配置されている。
なお、後述するように、ガスセンサ１は、検出部を有するガスセンサ素子を管状の吸気

通路４００に取り付けるための主体金具２に保持された形状をなしている。そして、吸気通路４００の壁面に開けられたネジ穴にガスセンサ１外面の雄ネジが螺合しつつ、吸気通路４００内にガスセンサ１先端の検出部が突出している。

【００２１】

なお、吸気通路４００や排気経路５００の途中に、排気により作動するターボチャージャ（のコンプレッサ）を設けてもよい。

【００２２】

さらに、内燃機関３００には、内燃機関３００を制御するためのＥＣＵ（電子制御ユニット、特許請求の範囲の「制御手段」に相当）８００が併設されている。ＥＣＵ８００は、内燃機関３００の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関３００の運転状態を制御する。そして、ＥＣＵ８００には、ガスセンサ１を含む各種センサが電気配線を介して接続され、これら各種センサの出力信号がＥＣＵ８００に入力される。又、ＥＣＵ８００には、スロットル弁４１０，６１０が電気配線を介して接続され、スロットル弁４１０，６１０の開度が制御される。

【００２３】

具体的には、ガスセンサ１からの特定ガス濃度の出力信号に基づき、ＥＣＵ８００はスロットル弁４１０，６１０の少なくとも一方の開度を制御し、吸気通路４００とＥＧＲ通路６００とで混合される混合ガスの酸素濃度を最適にして内燃機関３００に導入し、動力性能や燃費の向上、ないしは排気エミッションの低減を実現する。

ここで、本発明においては、吸気側の特定ガス濃度を検出して内燃機関３００を制御しているため、排気側にガスセンサ１を設けて排気中の特定ガス濃度を検出する場合に比べ、内燃機関３００を精度よく制御できる。これは、排気中の特定ガス濃度に応じた制御がフィードバック制御であるのに対し、吸気側の特定ガス濃度に応じた制御は、燃焼前に対応ができるからである。

【００２４】

次に、ガスセンサ（酸素センサ）１の構成について説明する。

【００２５】

ガスセンサ１によって測定する特定ガスは、通常は酸素であり、ガスセンサ１によって測定されたO_2濃度に基づき、内燃機関３００に導入される混合ガス中のO_2濃度を算出する。

特定ガスとして酸素を測定する場合、ガスセンサ１としては、後述する酸素センサ（λセンサ）や空燃比センサを用いることができる。

【００２６】

図７は、ガスセンサ（酸素センサ）１の長手方向に沿う断面図を示す。なお、図７の下側を「先端」側と称し、上側を「後端」側と称する。

ガスセンサ１は、酸素濃度を検出するガスセンサ素子１０を組み付けたアッセンブリである。ガスセンサ１は、軸線方向に延びる板状のガスセンサ素子１０と、排気管に固定されるためのねじ部２４が外表面に形成された円筒状の主体金具２と、ガスセンサ素子１０の挿通孔を有し主体金具２内側に配置される円筒状のセラミックスリーブ３０と、ガスセンサ素子１０の後端に設けられる電極端子１２０ａ、１２０ｂ、２１１（図８参照）に接続される端子金具６０が挿通された円筒状のアルミナ製セパレータ５０と、セパレータ５０の後端に配置され端子金具６０に接続された４本（２本のみ図示）のリード線６８が挿通された円筒状のフッ素ゴム製グロメット７７と、セパレータ５０及びグロメット７７を外側から保持し主体金具２後端に接続される円筒状のステンレス製外筒８０とを備えている。

【００２７】

主体金具２は、軸線方向に貫通する貫通孔２５を有し、貫通孔２５の径方向内側に突出する棚部９を有している。この棚部９は、軸線方向に垂直な平面に対して傾きを有する内向きのテーパ面として形成されている。また、主体金具２は、ガスセンサ素子１０の検出部１１を貫通孔２５の先端側外部に配置した状態で、ガスセンサ素子１０を保持する。

主体金具２の貫通孔２５の内部には、ガスセンサ素子１０の径方向周囲を取り囲む環状のセラミックホルダ２１、粉末充填層（滑石リング）２２、２３、および上述のセラミックスリーブ３０がこの順に先端側から後端側にかけて積層されている。また、セラミックスリーブ３０と主体金具２の後端部との間には、加締めパッキン８が配置されており、セラミックホルダ２１と主体金具２の棚部９との間には、滑石リング２２やセラミックホルダ２１を保持し、気密性を維持するための金属ホルダ２０が配置されている。なお、主体金具２の後端部は、加締めパッキン８を介してセラミックスリーブ３０を先端側に押し付けるように加締められて、加締め部７を形成している。

加締めにより滑石リング２２，２３が圧縮され、ガスセンサ素子１０が主体金具２内の所定位置に固定される。

【００２８】

一方、図７に示すように、主体金具２の先端側外周には、ガスセンサ素子１０の検知部１１を覆うと共に、複数の孔部５，６を有する金属製（例えば、ステンレスなど）の外部プロテクタ４および内部プロテクタ３が、溶接等によって取り付けられている。

【００２９】

そして、主体金具２の後端側外周には外筒８０が固定されている。外筒８０はセパレータ５０及びグロメット７７を外側から保持し、外筒８０後端部を加締めることでグロメット７７が固定される。

又、セパレータ５０と外筒８０との間には略円筒状の金属製の保持金具７０が介装されている。保持金具７０の外周面の中段には内側に向かって張り出す突設部７２が形成され、保持金具７０の後端は内側に折り返されて折り返し部７３が形成されている。そして、突設部７２と折り返し部７３がセパレータ５０の外周面に弾性的に接するため、外筒８０にセパレータ５０が保持される。

【００３０】

端子金具６０は、リード線６８を加締め接続する基部６２と、基部６２から延びて内側へ折り返された先端部６１とを有する。基部６２はさらに、リード線６８の絶縁被覆の外周を加締める第１加締め部６５と、リード線６８先端を剥いて露出させた導線を加締めて電気的接続を図る第２加締め部６４とからなる。又、先端部６１は、その内側折り返し部分がガスセンサ素子１０後端の表裏に形成された電極端子１２０ａ、１２０ｂ、２１１にそれぞれ対向するように複数個配置され、対向する内側折り返し部分の間に電極端子１２０ａ、１２０ｂ、２１１を介装すると、先端部６１のバネ力によって先端部６１が電極端子１２０ａ、１２０ｂ、２１１に付勢され、電極端子１２０ａ、１２０ｂ、２１１と電気的に接続する。

【００３１】

次に、ガスセンサ素子１０の構成について展開図８を用いて説明する。ガスセンサ素子１０は長尺板状であり、排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃淡電池セル１２と、ヒータ１４とを積層してなる。

酸素濃淡電池セル１２は、固体電解質層１１１と、固体電解質層１１１の上面左側に設けられた矩形の検知電極１３１と、固体電解質層１１１を介して検知電極１３１に対向し対極となる基準電極１３２とを備える。さらに、検知電極１３１から長手方向右側へ向かって検知リード部１３３が延び、同様に基準電極１３２から長手方向右側へ向かって基準リード部１３４が延びている。

そして、検知電極１３１の表面には検知電極１３１を保護する多孔質保護層１５５が被覆され、さらに、多孔質保護層１５５を取り囲むと共に固体電解質層１１１の上に、リード部１３３を保護する絶縁層５１が形成されている。なお、ガスセンサ素子１０の先端に位置し、検知電極１３１や基準電極１３２を含む積層体を、検知部１１と称する。

又、基準リード部１３４の端部は固体電解質層１１１に形成されたスルーホール１１５、及び絶縁層５１に形成されたスルーホール１１７を介して絶縁層５１の上面５１ａ右端に配置された電極端子１２０ｂと電気的に接続されている。一方、検知リード部１３３の端部は、絶縁層５１に形成されたスルーホール１１６を介して絶縁層５１の上面５１ａ右

端に配置された電極端子１２０ａと電気的に接続されている。

【００３２】

一方、ヒータ１４は、絶縁層２２１、２２２と発熱抵抗体２１０とからなり、発熱抵抗体２１０は絶縁層２２１の下面２２１ｂ、及び、絶縁層２２２の上面２２２ａの間に長手方向に延びて積層されている。発熱抵抗体２１０は、発熱線が蛇行状に配置され検知電極１３１の直下に位置する発熱部２１２と、発熱部２１２の端部から長手方向に延びる１対の発熱リード部２１３とを有している。各発熱リード部２１３は、絶縁層２２２のスルーホール２２２ｃを介して絶縁層２２２の下面２２２ｂに形成された電極端子（電極パッド）２１１に接続する。

【００３３】

固体電解質層１１１は、たとえば部分安定化ジルコニア（ジルコニアに安定化剤としてイットリア又はカルシアを添加したもの）を用いることができ、絶縁層５１、２２１、２２２はアルミナを主体とすることができる。検知電極部１３１、基準電極部１３２、発熱部２１２は、例えばＰｔ，Ｒｈ、Ｐｄ等を用いることができるが、電極１３１、１３２は、電極としての所定の特性を持たせるため、又、発熱部２１２は通電によって高温になるため、Ｐｔを用いることが好ましい。

多孔質保護層１５５は、例えば、アルミナを主体とし、カーボン等の昇華材を混合した材料を用いることができる。なお、このカーボンは、焼成することで昇華し、多孔質保護層１５５が形成される。

【００３４】

次に、本発明の特徴部分である、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００の形状について、図２～図４を参照して説明する。既に述べたように、単にまっすぐな吸気通路４００の途中にＥＧＲ通路６００を合流させただけでは、合流部４００ｃより下流側で新気と排気ガスが充分に混合されない。

そこで、図２に示すように、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００に、合流部４００ｃよりも内径の大きい拡径部４２０を形成したところ、拡径部４２０の上流端４２０ａ（合流部４００ｃとの接続部分）の近傍であっても、新気と排気ガスが充分に混合されることが判明した。これは、合流部４００ｃより下流側で吸気通路４００の断面積が増大（本実施例では、ほぼ３倍）し、スワール（渦）が生じたためと考えられる。従って、ガスセンサ１を拡径部４２０より下流側で吸気通路４００に取り付ければ、新気と排気ガスが充分に混合された混合気中の特定ガス濃度を精度よく測定することができる。

【００３５】

また、拡径部４２０の上流端４２０ａの位置（図２のT_4に相当）と合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置（図２のT_1に相当）との距離は、５１０ｍｍ以下であることが好ましい。このようにすると、吸気通路４００を流れる新気とＥＧＲ通路６００を通って合流部４００ｃから吸気通路４００に流れる排気ガスとを、より早く拡径部４２０に導入することができる。よって、ガスセンサ１を合流部４００ｃにより近い位置から取り付けることができる。つまり、ガスセンサ１の取り付け位置（図２のT_5に相当）を合流部４００ｃにより近づけることができる。なお、本実施例では、T_1とT_4との距離は４０ｍｍである。

【００３６】

図２は、上記した図１０と同一条件で行ったシミュレーションであり、拡径部４２０の内径を９０ｍｍとして合流部４００ｃの下流に接続したものである。又、拡径部４２０を除く吸気通路４００は、合流部４００ｃを含めてすべて同一の内径（５２ｍｍ）である。

なお、拡径部４２０の内径は、吸気経路４００が配置されるエンジンルームの対角線長さの１／４倍以下とすることが好ましい。拡径部４２０の内径がエンジンルームの対角線長さの１／４倍を超えると、拡径部４２０を自動車に設置することが困難となる。また、合流部４００ｃの内径は２０ｍｍからエンジンルームの対角線長さの１／５倍までが好ましい。合流部４００ｃの内径が２０ｍｍ未満であれば、新気や排気ガスを取り込むことが困難であり、合流部４００ｃの内径がエンジンルームの対角線長さの１／５倍を超えてし

まうと、合流部４００ｃや、それに接続する吸気通路４００やＥＧＲ通路６００を自動車に設置することが困難となる。

また、拡径部４２０の長さはエンジンルームの対角線長さ以下とすることが好ましい。拡径部４２０の長さがエンジンルームの対角線長さを超えると、拡径部４２０を自動車に設置することが困難となる。

ここで、「ガスセンサ１を拡径部４２０より下流側に配置する」とは、図２に示すように拡径部４２０内にガスセンサ１を配置することを含む。

【００３７】

又、図３に示すように、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００に、合流部４００ｃより縮径せずに屈曲する屈曲部４３０を形成し、ガスセンサ１を屈曲部４３０より下流側の吸気通路４００に取り付けたところ、屈曲部４３０より下流では新気と排気ガスが充分に混合されることが判明した。これは、屈曲部４３０でスワール（渦）が生じたためと考えられる。

【００３８】

また、屈曲部４３０の上流端の位置（図３の$Ｔ_{9}$に相当）と合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置（図３の$Ｔ_{6}$に相当）との距離は、５１０ｍｍ以下であることが好ましい。

このようにすると、吸気通路４００を流れる新気とＥＧＲ通路６００を通って合流部４００ｃから吸気通路４００に流れる排気ガスとを、より早く屈曲部４３０に導入することができる。よって、ガスセンサ１を合流部４００ｃにより近い位置から取り付けることができる。つまり、

ガスセンサ１の取り付け位置（図３の$Ｔ_{10}$に相当）を合流部４００ｃにより近づけることができる。なお、本実施例、$Ｔ_{6}$と$Ｔ_{9}$との距離は１００ｍｍである。

【００３９】

なお、図３は、上記した図１０と同一条件で行ったシミュレーションであり、合流部４００ｃより下流で吸気通路４００の径を変えず（５２ｍｍ）に直角に屈曲させたものである。

ここで、「屈曲部４３０」とは、吸気通路４００の軸線が所定の曲率で曲がっている部分をいう。又、「ガスセンサ１を屈曲部４３０より下流側に配置する」とは、図３に示すように屈曲部４３０より下流で屈曲が終了した直線部４４０にガスセンサ１を配置するだけでなく、屈曲部４３０内にガスセンサ１を配置することを含む。

又、「縮径せずに」とは、合流部４００ｃの内径の９０％まで縮径する場合も含む。これは、この程度の縮径であれば屈曲部４３０によるガスの混合効果を損なわないからである。但し、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００に細径のバイパス経路や分岐経路を設けた場合、これらの経路は内径が小さくガスの混合効果に乏しいので屈曲部４３０に相当しない。

【００４０】

合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００に、合流部４００ｃよりも内径の大きい拡径部と、合流部４００ｃより屈曲する屈曲部をともに形成し、ガスセンサ１を拡径部と前記屈曲部の双方より下流側の吸気通路４００内に配置してもよい。このような構成としては、１）吸気通路４００の軸線に沿う異なる位置に拡径部と屈曲部とが配置され、拡径部の方が上流側にある場合、２）吸気通路４００の軸線に沿う異なる位置に拡径部と屈曲部とが配置され、拡径部の方が下流側にある場合、３）拡径部と屈曲部とが一体となっている場合、がある。

上記１）及び２）の場合、屈曲部は合流部４００ｃより縮径して屈曲してもよく、縮径せずに屈曲してもよい。仮に屈曲部が縮径して屈曲し、屈曲部では新気と排気ガスとの混合効果が不十分であっても、これを補償するよう拡径部によって新気と排気ガスとを充分に混合させればよいからである。一方、上記３）の場合には、合流部４００ｃから内径が拡がりつつ屈曲することになる。

１）～３）のいずれの構成においても、新気と排気ガスとを十分に混合させつつ、屈曲

部により、エンジン周りやその周囲での吸気システムの省スペース化や取り回しの容易化が図られるという複合効果が生じる。

【００４１】

なお、図４に示すように、図２の拡径部４２０の下流を縮径して縮径部４５０を設けてもよく、一旦拡径部４２０を設ければ、縮径部４５０内でも新気と排気ガスが充分に混合されているので、縮径部４５０にガスセンサ１を配置してもよい。ここで、図４は、上記した図１０と同一条件で行ったシミュレーションであり、縮径部４５０の内径は５２ｍｍである。

又、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００を、内径を広げつつ屈曲させてもよい（つまり、拡径部と屈曲部を併設してもよい）。さらに、合流部４００ｃより下流側で、拡径部４２０と屈曲部４３０をこの順で設け、又は、屈曲部４３０と拡径部４２０をこの順で設けてもよい。

又、吸気通路４００内でガスセンサ１を配置する位置では、吸気通路４００が分岐していたりバイパス通路を設けてもよいが、この分岐位置より上流における拡径部４２０や屈曲部４３０は分岐せず、１つの通路として形成されている必要がある。これは、拡径部４２０や屈曲部４３０が分岐すると、新気と排気ガスの混合効果が損なわれる可能性があるからである。

【００４２】

次に、図５、図６を参照し、合流部４００ｃに対する拡径部４２０の断面積を変化させた場合の新気と排気ガスの混合状態について説明する。なお、図５、図６は、上記した図２と同一条件で行ったシミュレーションであり、拡径部４２０の内径を５２～１００ｍｍの間で変化させて合流部４００ｃの下流に接続したものである。又、拡径部４２０を除く吸気通路４００は、合流部４００ｃを含めてすべて同一の内径（５２ｍｍ）であり、拡径部４２０の上流端４２０ａの位置T_4と合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置T_1との距離は４０ｍｍである。

図５は、図２と同様にしてシミュレーションした混合状態を各領域の分布として得た後、Ｆ領域の混合距離、及びＥｘ領域の混合距離を求め、断面積比（拡径部４２０の開口面積Ｓ１／合流部４００ｃの開口面積Ｓ２）に対して表したものである。

ここで、例えばＦ領域の混合距離は、合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置T_1から、拡径部４２０の軸方向においてＦ領域が最も下流まで延びた位置（図２のT_2に相当）との間の距離である。また、Ｅｘ領域の混合距離は、合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置T_1から、拡径部４２０の軸方向においてＥｘ領域が最も下流まで延びた位置（図２のT_3に相当）との間の距離である。混合距離が短いほど、合流部４００ｃの下流ですぐに混合が行われていることを示す。

【００４３】

図５より、断面積比が１．０を超えれば、Ｆ領域、Ｅｘ領域の両方の混合距離が短くなることがわかる。

【００４４】

また、合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置T_1とガスセンサ１の取り付け位置T_5との距離Ｌ１としたときに、Ｓ１／Ｓ２が２倍未満の場合には$L1 \geqq -439\times(S1/S2)^2+871\times(S1/S2)+151$、Ｓ１／Ｓ２が２倍以上の場合にはＬ１≧１００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサ１を取り付けることにより、排気ガス（特にＥｘ領域）が拡径部４２０により充分に混ざった混合気にガスセンサ１を晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度を精度良く検知できる。

【００４５】

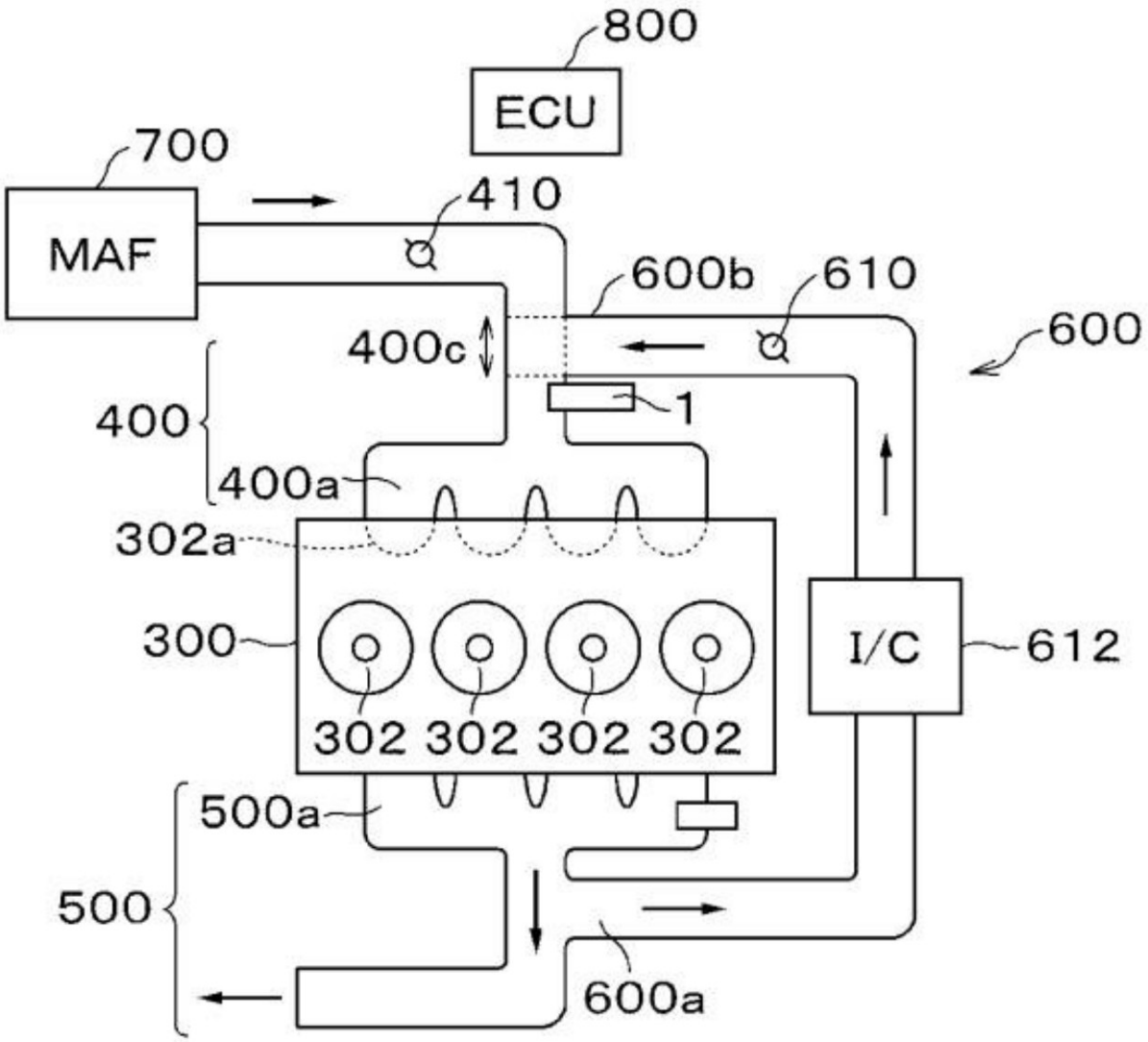
さらに、Ｓ１／Ｓ２が３倍未満の場合には$L1 \geqq -86\times(S1/S2)^2+115\times(S1/S2)+525$、Ｓ１／Ｓ２が３倍以上の場合にはＬ１≧２００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサ１を取り付けることにより、新気（特にＦ領域）が拡径部４２０により充分に混ざった混合気にガスセンサ１を晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度を精度良く検知できる。

【００４６】
　又、図６は、Ｆ領域の混合距離とＥｘ領域の混合距離との平均値を、断面積比に対して表したものである。断面積比が１．８以上であれば、断面積比１．０の場合に比べて、混合距離を半減することができ、断面積比が３．０以上であれば、混合距離が十分に短くなり、新気と排気が共に充分に混合され易くなることがわかる。
　以上から、断面積比（拡径部４２０の断面積／合流部４００ｃの断面積）が１．８以上であることが好ましく、３．０以上であることがより好ましい。
【００４７】
　次に、図９を参照し、合流部４００ｃに対する屈曲部４３０の屈曲角度を変化させた場合の新気と排気ガスの混合状態について説明する。なお、図９は、上記した図３と同一条件で行ったシミュレーションであり、吸気通路４００は、合流部４００ｃを含めてすべて同一の内径（５２ｍｍ）であり、屈曲部４３０の上流端の位置$Ｔ_{9}$と合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置$Ｔ_{6}$との距離は１００ｍｍである。
　図９は、図３と同様にしてシミュレーションした混合状態を各領域の分布として得た後、Ｆ領域の混合距離、及びＥｘ領域の混合距離を求め、屈曲角度（°）に対して表したものである。
　ここで、例えばＦ領域の混合距離は、合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置$Ｔ_{1}$から、Ｆ領域が最も下流まで延びた位置（図３の$Ｔ_{7}$に相当）との間の距離である。Ｅｘ領域の混合距離も同様にして求めることができ、合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置$Ｔ_{1}$から、Ｅｘ領域が最も下流まで延びた位置（図３の$Ｔ_{8}$に相当）との間の距離である。混合距離が短いほど、合流部４００ｃの下流ですぐに混合が行われていることを示す。
【００４８】
　図７より、屈曲角度が０°を超えれば（つまり、屈曲部４３０が形成されれば）、Ｆ領域、Ｅｘ領域の両方の混合距離が短くなることがわかる。
【００４９】
　また、屈曲部４３０の屈曲角度をＲ１、合流部４００ｃの上流端と下流端との中間位置$Ｔ_{6}$とガスセンサ１の取り付け位置$Ｔ_{10}$との距離Ｌ２としたときに、Ｒ１が９０度未満の場合には$Ｌ１ \geqq －０．０７５（Ｒ１）^{2}＋１．８Ｒ１＋５４５$、Ｒ１が９０度以上の場合にはＬ１≧１００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサ１を取り付けることにより、排気ガス（特にＥｘ領域）が屈曲部４３０により充分に混ざった混合気にガスセンサ１を晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度を精度良く検知できる。
【００５０】
　さらに、Ｒ１が９０度未満の場合には$Ｌ１ \geqq －０．０２７（Ｒ１）^{2}－１．４Ｒ１＋５６０$、Ｒ１が９０度以上の場合にはＬ１≧２００ｍｍ以上であることが好ましい。この位置にガスセンサ１を取り付けることにより、新気（特にＦ領域）が屈曲部４３０により充分に混合ざった混合気にガスセンサ１を晒すことができるので、混合気中の特定ガス濃度を精度良く検知できる。
【００５１】
　以上のように、合流部４００ｃより下流側の吸気通路４００に、合流部４００ｃよりも内径の大きい拡径部４２０、又は合流部より縮径せずに屈曲する屈曲部４３０を形成し、拡径部４２０又は屈曲部４３０より下流側で吸気通路４００にガスセンサ１を取り付けると、吸気通路４００を通る吸気（新気）が合流部４００ｃからの排気と充分に混合されるので、混合気中の特定ガス濃度を精度よく検知し、内燃機関の性能を向上させることができる。
【００５２】
　本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の思想と範囲に含まれる様々な変形及び均等物に及ぶことはいうまでもない。
　例えば、内燃機関を制御するために検出する特定ガスとしては、酸素、ＮＯｘを挙げることができる。又、ガスセンサとしては、酸素センサ（λセンサ）や空燃比センサを用い

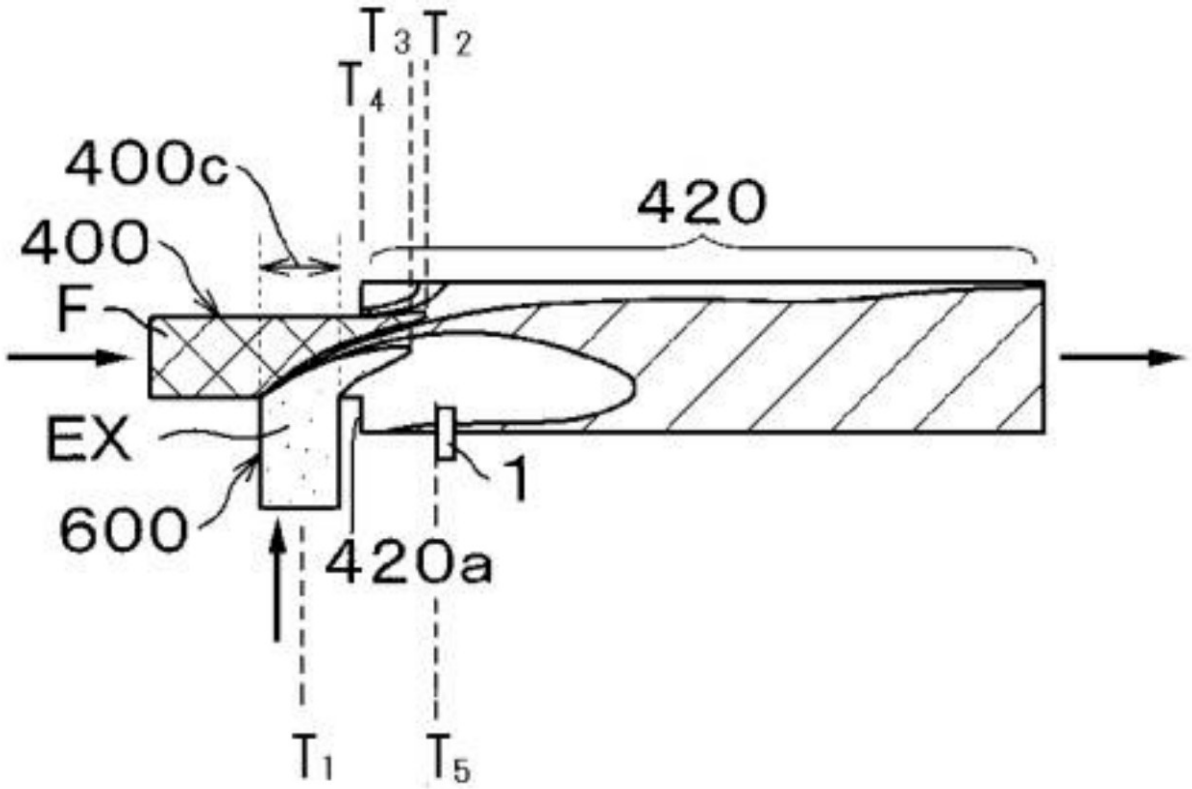
ることができる。
　又、吸気通路、ＥＧＲ通路、合流部、拡径部等の形状や寸法は限定されないが、例えば円管とすることができる。内燃機関についてもディーゼルエンジンに限定されることなく、ガソリンエンジンでも良い。
【符号の説明】
【００５３】

１	ガスセンサ
２	主体金具
１０	ガスセンサ素子
３００	内燃機関
３０２ａ	吸気ポート
４００	吸気通路
４００ｃ	合流部
４２０	拡径部
４３０	屈曲部
６００	ＥＧＲ通路
８００	制御手段（ＥＣＵ）

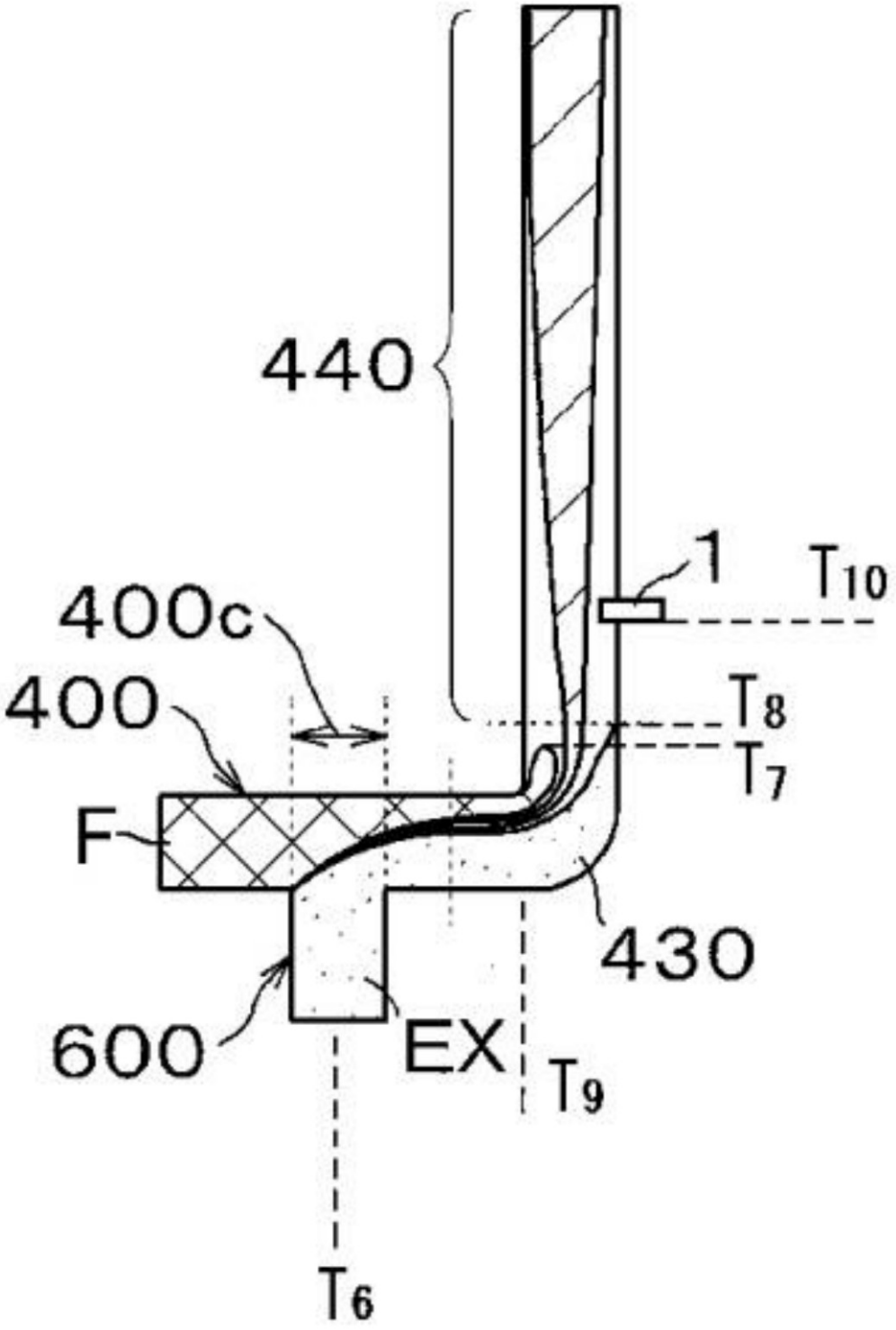
【図１】


800
ECU
700
MAF
410
600b
610
600
400c
400
1
400a
302a
300
I/C
612
302 302 302 302
500a
500
600a

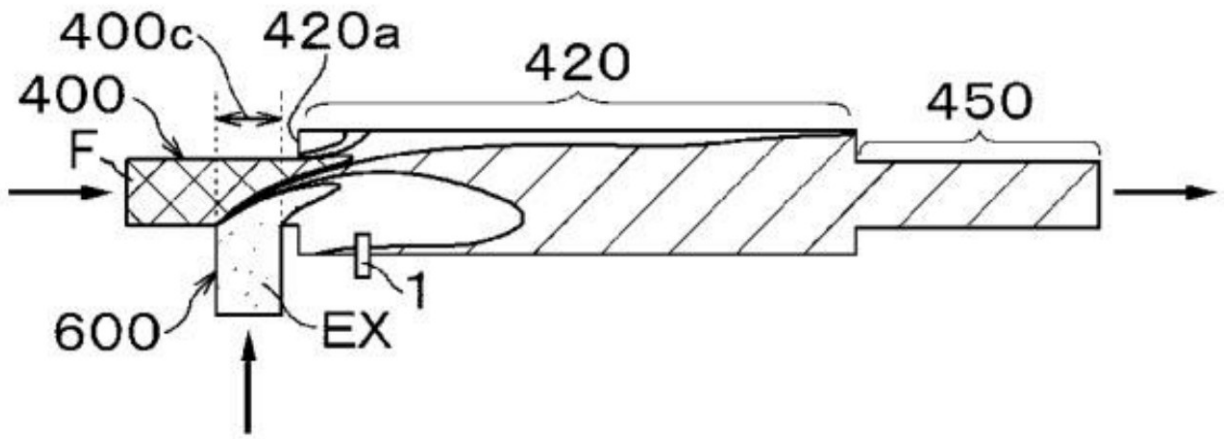
【図２】



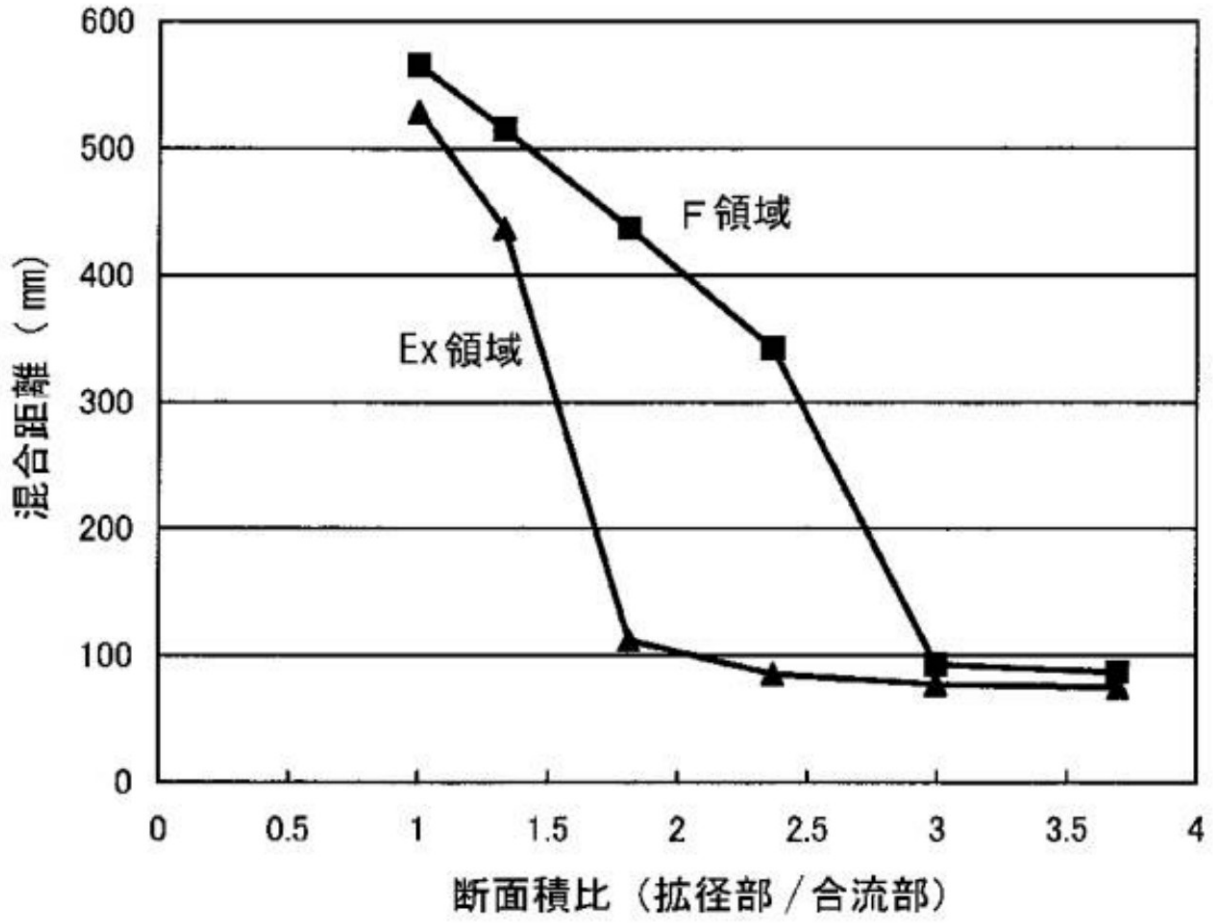
【図３】



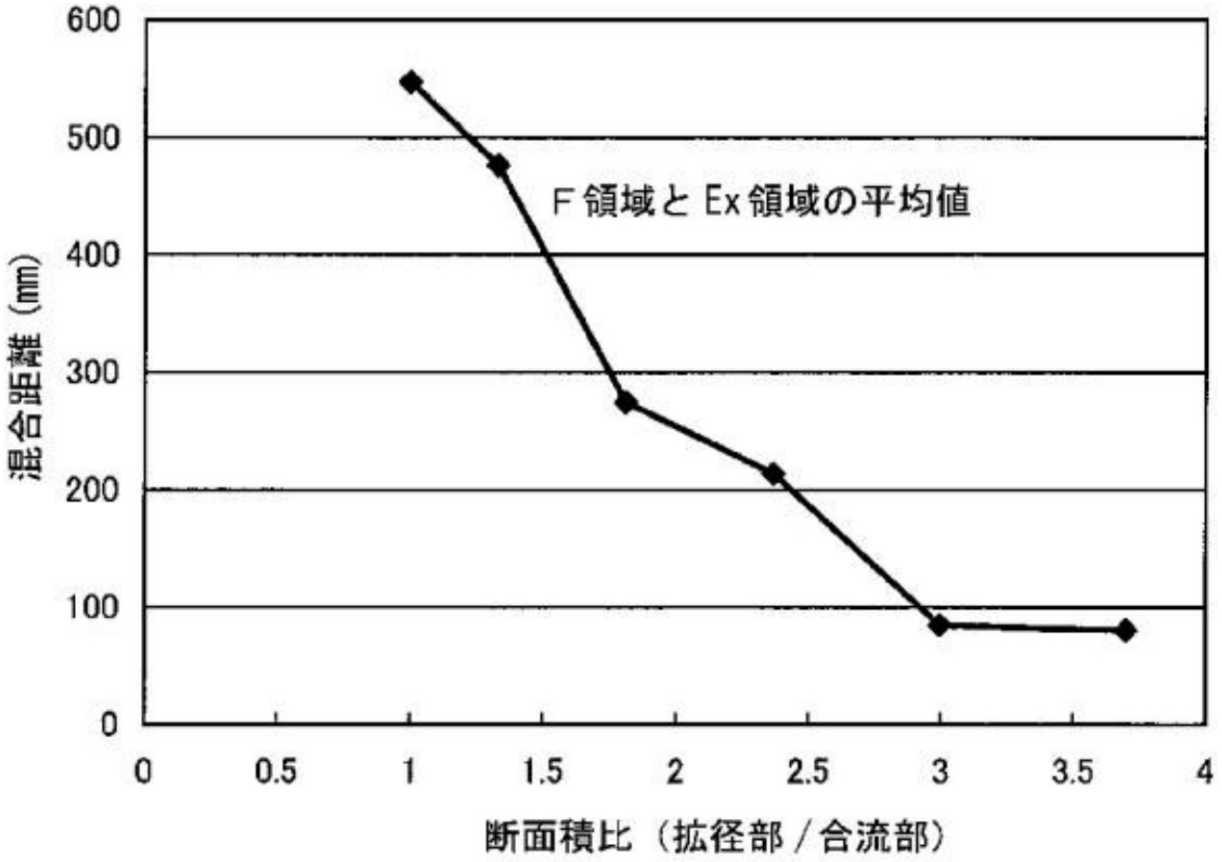
【図４】


400c
420a
420
400
450
F
1
600
EX

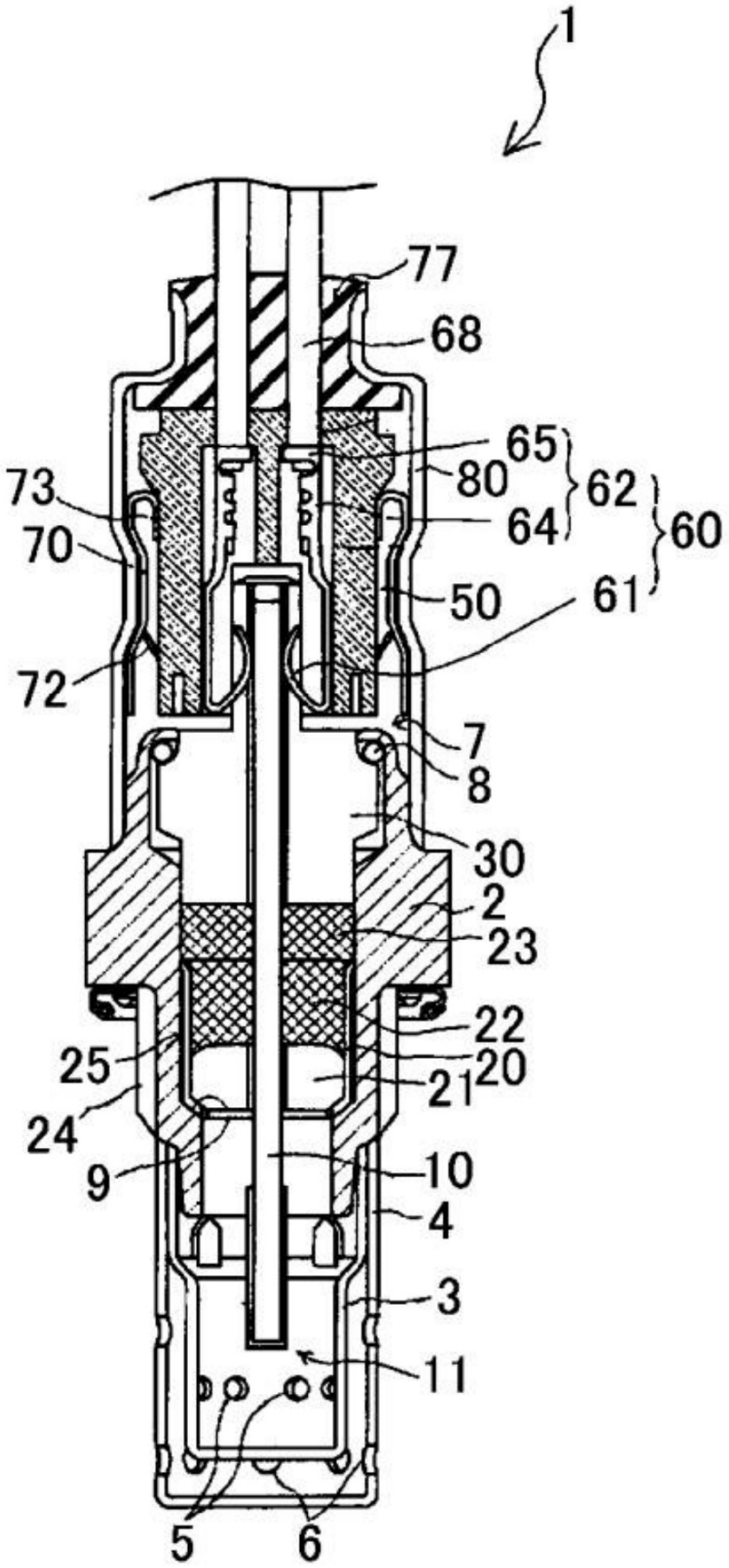
【図５】


600
500
400
300
200
100
0
混合距離（mm）
F領域
Ex領域
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
断面積比（拡径部／合流部）

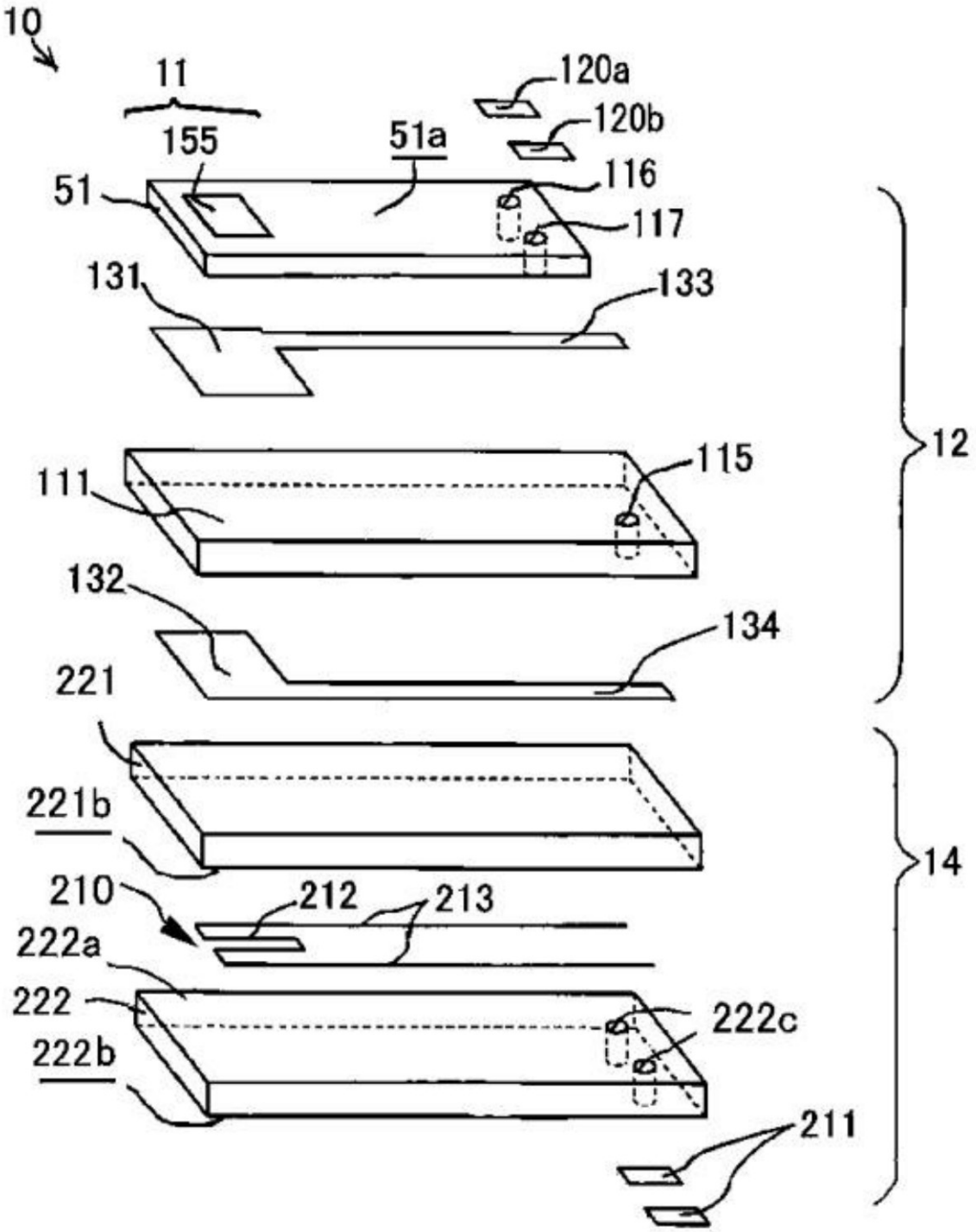
【図６】


600
500
400
300
200
100
0
混合距離（mm）
F領域とEx領域の平均値
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
断面積比（拡径部／合流部）

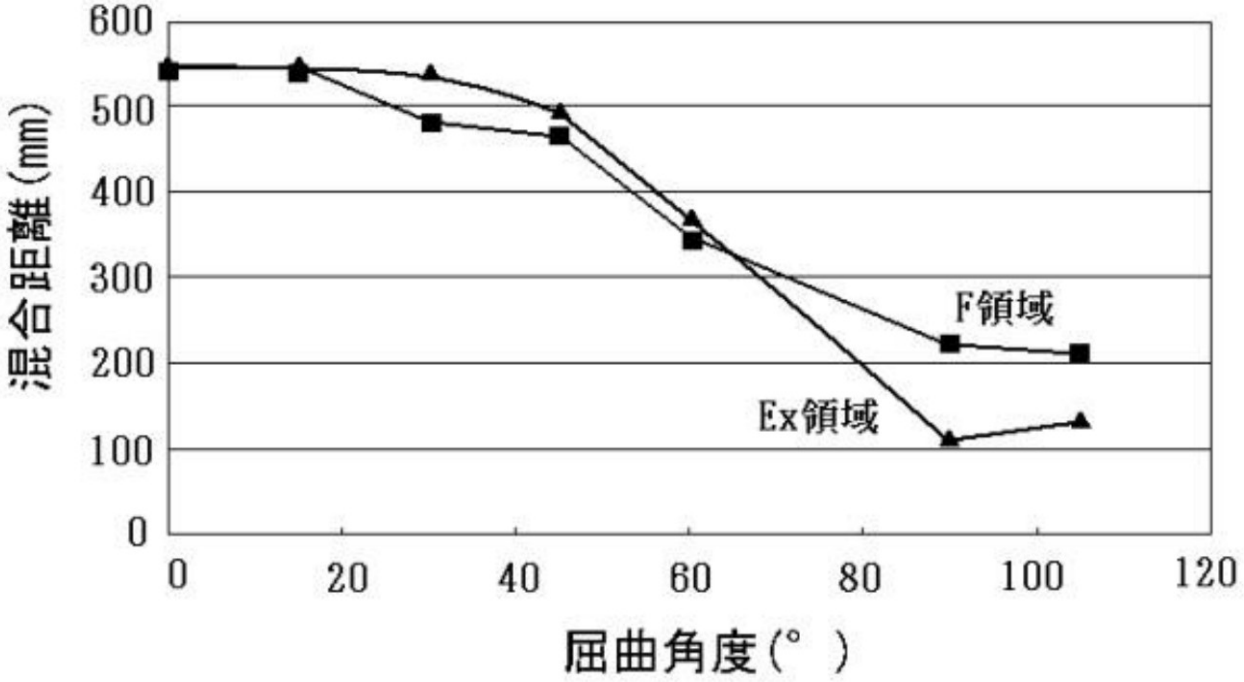
【図７】


1
77
68
65
80
62
73
64
60
70
50
61
72
7
8
30
2
23
22
25
20
21
24
9
10
4
3
11
5
6

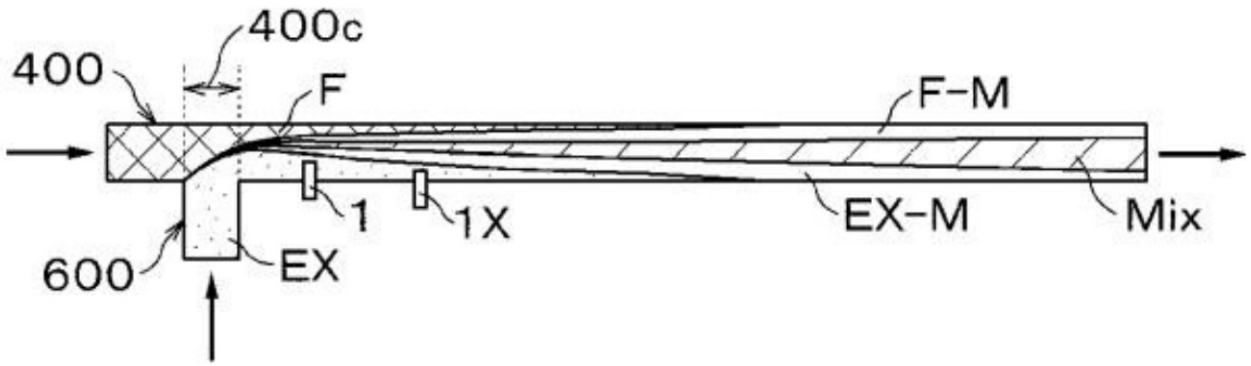
【図８】


10
11
155
51a
120a
120b
116
117
51
131
133
12
111
115
132
134
221
221b
14
210
212
213
222a
222
222c
222b
211

【図９】


600
500
400
300
200
100
0
混合距離(mm)
0
20
40
60
80
100
120
屈曲角度(°)
F領域
Ex領域

【図１０】


400c
400
F
F-M
1
1X
EX-M
Mix
600
EX